

Complemento do Anexo E - Tabela 6

Instrução Técnica nº 15/2004 – Controle de Fumaça – Parte III – pág. 348

Altura de referência (em m)	Altura da Zona livre de fumaça H (em m)	% de abertura						
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GR 6	GR 7
14	7	0,46	0,58	0,82	1,16	1,42	1,74	1,96
	7,25	0,49	0,62	0,88	1,24	1,52	1,86	2,11
	7,5	0,53	0,67	0,94	1,33	1,64	2	2,26
	7,75	0,56	0,71	1,01	1,43	1,75	2,14	2,42
	8	0,61	0,76	1,08	1,53	1,87	2,29	2,59
	8,25	0,65	0,82	1,16	1,64	2	2,45	6
	8,5	0,7	0,87	1,24	1,75	2,14	2,62	2,96
	8,75	0,75	0,93	1,32	1,87	2,29	2,8	3,17
	9	0,8	1	1,41	2	2,45	3	3,39
	9,25	0,86	1,07	1,51	2,14	2,62	3,2	3,62
	9,5	0,93	1,14	1,61	2,28	2,8	3,42	3,87
	9,75	1	1,36	1,73	2,44	2,99	3,66	4,14
	10	1,08	1,46	1,85	2,62	3,2	3,92	4,44
	10,25	1,16	1,56	1,98	2,8	3,43	4,2	4,5
	10,5	1,25	1,68	2,13	3,01	3,69	4,51	5,1
	10,75	1,35	1,81	2,29	3,23	3,96	4,85	5,48
	11	1,47	1,95	2,46	3,49	4,27	5,23	5,91
	11,25	1,59	2,11	2,66	3,76	4,61	5,65	6,38
	11,5	1,74	2,29	2,89	4,08	5	6,12	6,92
	11,75	1,91	2,5	3,14	4,44	5,44	6,66	7,53
	12	2,1	2,75	3,44	4,86	5,96	7,3	8,25

ANEXOJ

Exemplos de aplicação

Exemplo 1

1. Dados do edifício:

- Escritórios;
- Área de 500,00m²;
- Dimensão: 20,00m x 25,00m x 3,00m;
- Edifício protegido por chuveiros automáticos de teto;
- Edificação protegida por sistema detecção;

2. Dados para projeto:

- Classificação segundo tabela 4 – Parte 3: RC1;
- Dimensão do incêndio esperado segundo tabela 9 – Parte 5:
 - Tamanho do incêndio = 3,00m x 3,00m;
 - Perímetro = 12m;
 - Área = 9,00m²;
 - Taxa de liberação de calor segundo tabela 10 – Parte 5 = 228,00 Kw/m²;

3. Dimensionamento:

- Taxa total de liberação de calor (Q) = 720,00 x 9,00 = 2.052,00 Kw;
- Altura da Camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 2,25m
- Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
 - Pela equação nº 2: (Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)] ;$$
$$2,25/3,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \cdot 2.052^{1/3} / 3^{4/3}) / (500/3^2)] ;$$
$$t = 68,42s$$
- Altura da chama:
 - Pela equação nº 3 - $z_1 = 0,166 Q_c^{2/5}$
$$Z_1 = 0,166 (2.052 \times 0,7)^{2/5}$$
$$Z_1 = 3,04m$$

- Como $z < z_1$, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 5:

EQUACÃO (5)

$$m = 0,0208 Q_c^{3/5} z \quad (z \leq z_1)$$
$$m = 0,0208 \times 1436^{3/5} \times 4,5$$
$$m = 3,67 \text{ Kg/s}$$

- Cálculo da Vazão Volumétrica:

EQUACÃO (6)

- Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1 (p para 70°C):

$$V = m/p$$
$$V = 3,67/0,92$$
$$V = 3,99m^3/s$$

- Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3 (p para 300°C):

$$V = m/p$$
$$V = 3,67/0,55$$
$$V = 6,67m^3/s$$

- Cálculo da entrada de ar

- Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1:

$$V = 3,99m^3/s \times 60\%$$
$$V = 2,39m^3/s$$

- Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3:

$$V = 6,67m^3/s \times 60\%$$
$$V = 4,00m^3/s$$

Exemplo 2

1. Dados do edifício:

- a. Depósito de livros localizado;
- b. Área de 1000,00m²;
- c. Dimensão: 20,00m x 50,00m x 6,00m;
- d. Estocagem em prateleiras fixas com altura de 4,00m;
- e. Edifício protegido por chuveiros automáticos de teto;
- f. Edificação protegida por sistema detecção;

2. Dados para projeto:

- a. Classificação segundo tabela 4 - Parte 3: RE 2;
- b. Dimensão do incêndio esperado segundo tabela 9 – Parte 5:
 - 1) Tamanho do incêndio = 4,50m x 4,50m;
 - 2) Perímetro = 18m;
 - 3) Área = 20,25m²;
- c. Taxa de liberação de calor segundo tabela 10 – Parte 5 = 720,00 Kw/m²/m;

3. Dimensionamento:

- a. Taxa total de liberação de calor (Q) = 720,00 x 20,00 x 4,00 = 58.320,00 Kw;
- b. Altura da Camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 4,50m
- c. Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
 - 1) Pela equação nº 2: (Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)];$$
$$4,5/6,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \ 58.320^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000/6^2)];$$
$$t = 28,25s$$
- d. Altura da chama:
 - 1) Pela equação nº 3 - $z_1 = 0,166 \ Q_c^{2/5}$
$$Z_1 = 0,166 \ (58.320 \times 0,7)^{2/5}$$
$$Z_1 = 11,60m$$
- e. Como $z < z_1$, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 5:
EQUACÃO (5)
$$m = 0,0208 \ Q_c^{3/5} \ z \ (z \leq z_1)$$
$$m = 0,0208 \times 40824^{3/5} \times 4,5$$
$$m = 54,68 \ \text{Kg/s}$$
- f. Cálculo da Vazão Volumétrica:
EQUACÃO (6)
 - 1) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1 (ρ para 70°C):
$$V = m/\rho$$
$$V = 54,68/0,92$$
$$V = 59,43\text{m}^3/\text{s}$$
 - 2) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3 (ρ para 300°C):
$$V = m/\rho$$
$$V = 54,68/0,55$$
$$V = 99,42\text{m}^3/\text{s}$$
- g. Cálculo da entrada de ar
 - 1) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1:
$$V = 59,43\text{m}^3/\text{s} \times 60\%$$
$$V = 35,66\text{m}^3/\text{s}$$
 - 2) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3:
$$V = 99,42\text{m}^3/\text{s} \times 60\%$$
$$V = 59,65\text{m}^3/\text{s}$$

Exemplo 3

1. Dados do edifício:

- a. Depósito de livros localizado;
- b. Área de 1000,00m²;
- c. Dimensão: 20,00m x 50,00m x 6,00m;
- d. Estocagem em racks com altura de 4,00m;
- e. Edifício protegido por chuveiros automáticos do tipo ESFR;

2. Dados para projeto:

- a. Classificação segundo tabela 4 – Parte 3: RE 2;
- b. Dimensão do incêndio esperado segundo item 9.10:
- c. Tamanho do incêndio = 3,00m x 3,00m;
- d. Perímetro = 12,00m;
- e. Área = 9,00m²;
- f. Taxa de liberação de calor segundo tabela 10 – Parte 5 = 720 Kw/m²/m;

3. Dimensionamento:

- a. Taxa total de liberação de calor (Q) = 720 x 9 x 4 = 25920,00 Kw;
- b. Altura da Camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 4,50m
- c. Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
 - 1) Pela equação n° 2: (Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)] ;$$
$$4,5/6,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \cdot 25920^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000/6^2)];$$
$$t = 37,02s$$
- d. Altura da chama:
 - 1) Pela equação n° 3 - $z_1 = 0,166 Q_c^{2/5}$
$$Z_1 = 0,166 (18144)^{2/5}$$
$$Z_1 = 8,39m$$
- e. Como $z < z_1$, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 5:
EQUACÃO (5)
$$m = 0,0208 Q_c^{3/5} z (z \leq z_1)$$
$$m = 0,0208 \times 18144^{3/5} \times 4,5$$
$$m = 33,61 \text{ Kg/s}$$
- f. Cálculo da Vazão Volumétrica:
EQUACÃO (6)
 - 1) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1 (ρ para 70°C):
$$V = m/\rho$$
$$V = 33,61/0,92$$
$$V = 36,54m^3/s$$
 - 2) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3 (ρ para 300°C):
$$V = m/\rho$$
$$V = 33,61/0,55$$
$$V = 61,12m^3/s$$
- g. Cálculo da entrada de ar
 - 1) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1:
$$V = 36,54 \times 60\%$$
$$V = 21,92m^3/s$$
 - 2) Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3:
$$V = 61,12 \times 60\%$$
$$V = 36,67m^3/s$$

Instrução Técnica nº 15/2004 – Controle de Fumaça – Parte V (novo exemplo)

Exemplo 4

1. Dados do edifício:

- Depósito de livros localizado;
- Área de 1000,00m²;
- Dimensão: 20,00m x 50,00m x 6,00m;
- Estocagem em racks com altura de 4,00m;
- Edifício protegido por detetores, sistema de hidrantes e brigado de incêndio, conforme item 9.9.4;

2. Dados para projeto:

- Classificação segundo tabela 4 – Parte 3: RE 2;
- Dimensão do incêndio esperado segundo item 9.10:
- Tamanho do incêndio = 4,00m x 5,00m x 2;
- Perímetro = 36m;
- Área = 40m²;
- Taxa de liberação de calor segundo tabela 10 – Parte 5 = 720 Kw/m²/m;

3. Dimensionamento:

- Taxa total de liberação de calor (Q) = 720 x 40 x 4 = 116640 Kw;
- Altura da Camada de fumaça adotada em projeto (Z) = 4,50m
- Tempo para a fumaça atingir a altura de projeto:
 - Pela equação nº 2: (Cálculo da altura da camada de fumaça, sem nenhum sistema entrar em funcionamento)
$$z/H = 1,11 - 0,28 \ln [(tQ^{1/3} / H^{4/3}) / (A/H^2)] ;$$
$$4,5/6,0 = 1,11 - 0,28 \ln [(t \ 116640^{1/3} / 6^{4/3}) / (1000/6^2)];$$
$$t = 22,42s$$
- Altura da chama:
 - Pela equação nº 3 - $z_1 = 0,166 \ Q_c^{2/5}$;
$$Z_1 = 0,166 \ (116640 \times 0,7)^{2/5}$$
$$Z_1 = 15,31m$$
- Como $Z_1 > Z$, temos para cálculo da massa de fumaça a utilização da equação 5:
EQUACÃO (5)
$$m = 0,0208 \ Q_c^{3/5} \ z \ (z \leq z_1)$$
$$m = 0,0208 \ 81648^{3/5}$$
$$m = 82,88 \ Kg/s$$
- Cálculo da Vazão Volumétrica:
EQUACÃO (6)
 - Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1 (p para 70°C):
$$V = m/\rho$$
$$V = 82,88/0,92$$
$$V = 90,09m^3/s$$
 - Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3 (p para 300°C):
$$V = m/\rho$$
$$V = 82,88/0,55$$
$$V = 150,69m^3/s$$
- Cálculo da entrada de ar
 - Para atingir os objetivos descritos em 9.3.1:
$$V = 90,09 \ m^3/s \times 60\%$$
$$V = 54,05m^3/s$$
 - Para atingir os objetivos descritos em 9.3.2 e 9.3.3:
$$V = 82,88 \times 60\%$$
$$V = 90,41m^3/s$$